Zitteliana	20	Hagn/Herm-Festschrift	253–261	München, 31. 12. 1993	ISSN 0373-9627

Bemerkenswerte Wuchsformen der Foraminifere *Gypsina linearis* (HANZAWA, 1945) aus der Karbonatrampe des Eisenrichtersteins bei Hallthurm (Ober-Eozän, Bayern, Nördliche Kalkalpen)

Von

ROBERT DARGA*)

Mit 3 Abbildungen und 2 Tafeln

KURZFASSUNG

Es werden die ungewöhnlichen Wuchsformen der erstmals mit isolierten Gehäusen vorliegenden acervuliniden Foraminifere *Gypsina linearis* (HANZAWA) beschrieben und deren Entstehung interpretiert. Die extrem variable Morphologie von *G. linearis* wird als Anpassung an verschiedene Faziesbereiche erklärt. Der für kalkige Ablagerungsbereiche außergewöhnlich gute Erhaltungszustand der von *G. linearis* umwachsenen Pflanzenreste geht auf ein infolge der Umkrustung durch die Foraminifere deutlich erhöhtes Erhaltungspotential zurück.

ABSTRACT

For the first time the different growthforms of the acervulinid foraminifer *Gypsina linearis* (HANZAWA) are described and interpreted from isolated specimens. According to this, *G. linearis* is highly variable and adaptive to different environments. Plant remains encrusted by *G. linearis* in calcareous depositional environments show excellent preservation in contrast to not encrusted plant remains. This phenomenon is due to an increased preservation potential induced by encrustation of the plant remains by *G. linearis*.

1. EINLEITUNG

Die Foraminifere *Gypsina linearis* wurde von HANZAWA erstmals aus Dünnschliffen beschrieben (HANZAWA 1945) und konnte auch in der Folgezeit nur in Dünnschliffen angetroffen werden (v. a. HANZAWA 1957, 1959; HAGN & WELLNHOFER 1967). Während der Bearbeitung des Eisenrichtersteins bei Hallthurm (DARGA 1992) ließ sich erstmals ein isoliertes Gehäuse von *G. linearis* gewinnen. Durch gezielte Probennahme konnten weitere isolierte Gehäuse geborgen werden. Die Beobachtungen an diesem Material erhärten die Vermutung, daß die zentralen Hohlräume bei Gehäusen von *G. linearis*, wie sie häufig in Dünnschliffen von kalkalpinen Gesteinen des Eozäns angetroffen werden, auf die frühere Umkrustung von Pflanzenresten durch die Foraminifere zurückzuführen sind. Die Wuchsformen der Gehäuse geben Anlaß zu verschiedenen taxonomischen und palökologischen Überlegungen.

Das Belegmaterial ist in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie unter den Inventar-Nummern Prot 6139-6157 und G 5229-G 5237 hinterlegt.

*) Dr. ROBERT DARGA, Bozener Straße 21, D-83024 Rosenheim

DANK

Herrn Prof. Dr. K. F. WEIDICH † danke ich für die Ermunterung, diese Arbeit zu verfassen, und für die Organisation der präparativen Arbeiten. Herrn G. FUCHS verdanke ich die erstklassigen Dünnschliffe für die vorliegende Arbeit. Herr F. HÖCK fertigte in gewohnt meisterlicher Art die Fotografien an. Für die Informationen zu den Pflanzenresten bin ich Herrn Prof. Dr. W. JUNG sehr zu Dank verpflichtet. Herrn Dr. W. WERNER gebührt Dank für seine konstruktive Kritik.

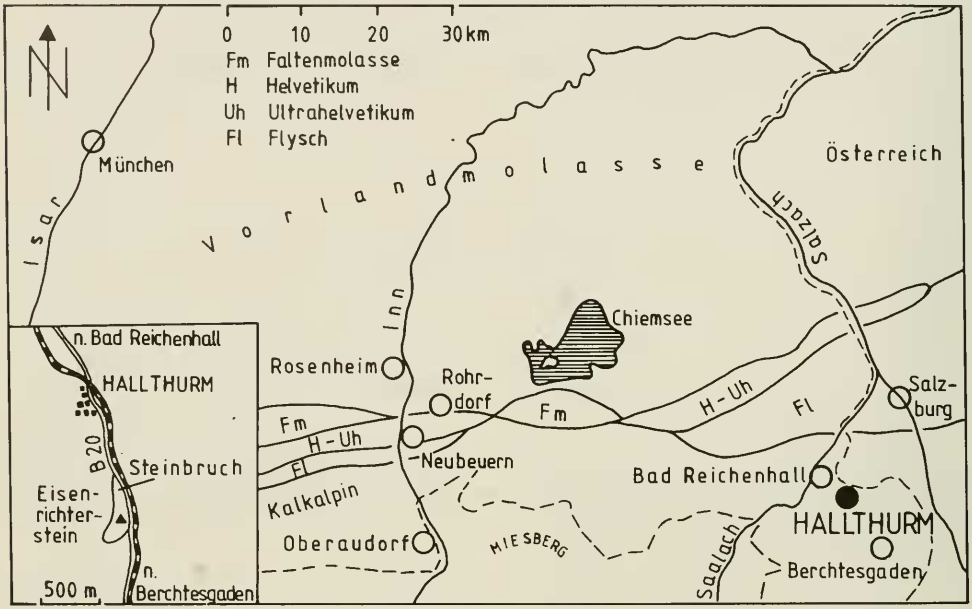


Abb. 1: Tektonische und geographische Übersicht des Alpennordrandes und seines Vorlandes mit der Lage des Eisenrichtersteins bei Hallthurm. Verändert nach HAGN & MOUSSAVIAN (1980) und TK 50 L 8344 Berchtesgaden.

2.1 VORKOMMEN

Die isolierten *Gypsina*-Gehäuse stammen aus einer Mergelfuge des aufgelassenen Steinbruchs am Eisenrichterstein bei Hallthurm an der Bundesstraße 20 zwischen Bad Reichenhall und Berchtesgaden (Abb. 1), in unmittelbarer Nähe zur Typlokalität von *Haddonia heissigi* HAGN (HAGN 1968: Abb. 2; vgl. Abb. 2). Die Mergelfugen sind Riffschuttkalken zwischengeschaltet und werden in dem insgesamt als Karbonatrampe gedeuteten Komplex des Eisenrichtersteins als beckennahe Bildungen aufgefaßt (DARGA 1990, 1992). Außer dem Vorkommen in der Mergelfuge sind Gehäuse von *G. linearis* fast in allen Fazies der Eisenrichterstein-Karbonatrampe im Dünnschliff nachweisbar. Sie fehlen nur in den fast rein mikritischen Faziesbereichen und in der Strandkonglomeratfazies. Dabei ist auffallend, daß *G. linearis* in den dominierenden Verwachsungsgemeinschaften der Riff- und Riffschuttbereiche des Eisenrichtersteins zusammen mit Vertretern der Cnidarier, Foraminiferen und Corallinaceen nur in Form dünner Gehäusekrusten koexistierte, während in den ehemals sandigen Ablagerungsbereichen des Eisenrichtersteins bis zu 20 mm große Gehäuse unter Ausschluß der oben genannten Verwachsungspartner auftreten.

Das nächste bekannte autochthone Vorkommen von *G. linearis* (HANZAWA) befindet sich an der Nordseite des Miesbergs am Walchsee/Tirol (LINDENBERG & MARTINI 1981: 143) auf kalkalpinem Untergrund. Alter sowie Litho- und v. a. Biofazies der dort anstehenden Kalksandsteine sind mit jenen vom Eisenrichterstein vergleichbar. Ein weiteres autochthones Vorkommen stellen die eozänen, primär aus Rotalgen bestehenden Sedimente des Helvetikums von Neubeuern am Inn und Rohrdorf dar (z. B. HAGN 1973). Gelegentlich läßt sich *G. linearis* auch in Geröllen in der Molasse (HAGN 1989, HAGN & MOUSSAVIAN 1980) und in Geschieben des Quartärs (HAGN & WELLNHOFER 1967: 261 ff.) nachweisen.

2.2 BESCHREIBUNG DER *GYPSINA*-GEHÄUSE

Es liegen neunzehn isolierte, z. T. fragmentarische Gehäuse vor. Elf davon weisen eine zylindrisch bis spindelförmig gelängte Form auf, acht eine eher knollig-gedrungene bis fladenförmige Form. Die uneinheitliche äußere Form und die hellgrau bis beige Färbung der Gehäuse, die beide weit mehr an Algenaggregate als an Foraminiferengehäuse erinnern, erschweren die Identifizierung als *Gypsina*-Gehäuse. Um eine Verwechslung z. B. mit Seeigelstacheln (vgl. Taf. 1, Fig. 2 a)

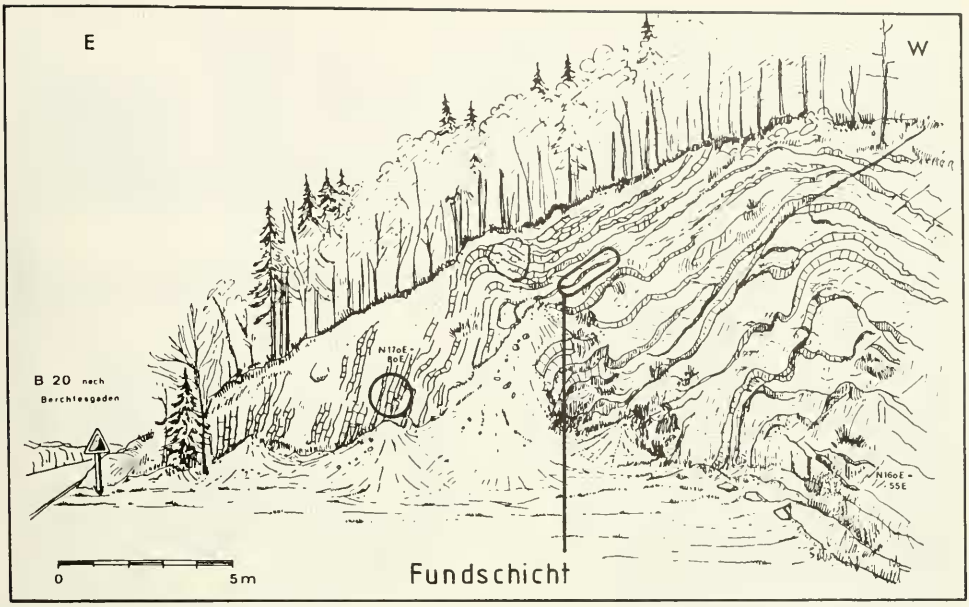


Abb. 2: Aufschlußskizze des aufgelassenen Steinbruchs am Eisenrichterstein bei Hallthurm mit Hinweis auf die Mergelfuge mit den isolierten Gehäusen von *Gypsina linearis* (Hanzawa). Der Kreis markiert die Typlokalität von *Haddonia heissigi* Hagn. Leicht verändert nach der von Herm angefertigten Zeichnung in Hagn (1968: 7, Abb. 2). Der Aufschluß ist derzeit stärker verwachsen.

oder Rotalgenklumpen auszuschließen, muß die Oberfläche der Stücke entweder angeätzt oder angeschliffen werden. Nur so kann die typische zellige Struktur von *G. linearis* im Auflicht erkannt werden, ohne gleich einen Dünnschliff anfertigen zu müssen.

Die größten bisher in Dünnschliffen nachgewiesenen und in der Literatur angegebenen Gehäuse von *G. linearis* erreichen im Findlingsblock von Pfaffing 10 mm (Hagn & Wellnhofer 1967: 221) und am Eisenrichterstein 15 mm (l. c.: 227) bzw. 20 mm (Darga 1992: 60). Bedingt durch die hohe Funddichte von *G. linearis* im Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins traten erstmals auch seltene Schnittlagen, z. B. der tangentiale Schnitt durch das perforierte Kammerdach auf (Taf. 2, Fig. 4).

Der Fund isolierter Gehäuse von *G. linearis* gestattet es erstmals, die Wuchsformen dieser Foraminifere dreidimensional zu erfassen. Das größte unversehrt vorliegende Individuum der zylindrischen Gruppe aus der Mergelfuge besitzt eine Länge von 29 mm und eine größte Dicke von 9 mm. Das kleinste fragmentarisch vorliegende Gehäuse erreicht eine Länge von 13 mm und eine maximale Dicke von 4 mm. In der gewaschenen Probe konnten aber auch Bruchstücke kleinerer zylindrischer Individuen mit einer Länge von 5 mm und einer Dicke um 2 mm beobachtet werden. Noch kleinere Reste konnten nicht nachgewiesen werden. Dies mag zum einen an der oben angedeuteten schlechten Erkennbarkeit der *Gypsina*-Gehäuse liegen. Zum anderen könnte hierfür aber auch Frachtsonderung während eines größeren Sturmereignisses vermutet werden, das für die Entstehung der Fundschicht verantwortlich gemacht wird (Darga 1992: 30).

Die Oberfläche der zylindrischen Gehäuse ist mehr oder minder glatt und trägt nur kleinere, unauffällige Aufbeulungen und Verdickungen. Gelegentlich sind an den Gehäuseenden die Endabschnitte der Hohlraumverfüllung zu erkennen, die entweder aus Sediment oder aus Organismenhartteilen (Korallen, Pflanzen) besteht. Der Durchmesser des zentralen Hohlraumes liegt bei den sedimentverfüllten Achsen zwischen 1,0 mm und 3,0 mm, bei den Hartteilachsen bis 4,5 mm. Meist sind die Öffnungen des Achsenraumes infolge Kompaktion verquetscht und nur undeutlich zu erkennen. Unter dem Mikroskop jedoch lassen sich die Lage und Ausbildung der verquetschten Öffnungen anhand der Gehäusestrukturen sowie der eingeschlossenen Sedimentverfüllungen oder enthaltenen organischen Reste noch nachvollziehen. Von fünf Exemplaren der zylindrischen Gehäuse wurden längs und quer zur Achse Dünnschliffe angefertigt. Diese zeigen, daß die Gehäuse in ihrer gesamten Länge von einem kalkarenitischen Sedimentkern verfüllt bzw. von den Organismenresten durchzogen sind.

In diesem Zusammenhang sind die pflanzlichen Reste von Interesse. Wenn nicht gerade ein Korallenrest den Kern bildet, findet man im Kontaktbereich zwischen Sedimentkern und Gehäuseinnenwand fast immer Spuren von organischem Material. Es handelt sich hierbei um eine bräunlich-orange gefärbte, selten kohlige Substanz. Sie kann zwanglos mit dem „fraglichen Organismus" bei Hagn & Wellnhofer (1967: 237) in Verbindung gebracht werden. Oftmals lassen sich ganze strukturbietende Zellverbände aus der erwähnten bräunlich-orangefarbenen Substanz nachweisen, die sicherlich von Pflanzen stammen. Bezeichnenderweise stecken diese Zellverbände

immer im Inneren von *Gypsina*-Gehäusen, vergleichbar den Schliff-Nachweisen aus Lagunen- und Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins, aber auch vom Miesberg/Tirol und vom Pfaffinger Findlingsblock (HAGN & WELLNHOFER 1967). Allen diesen Nachweisen ist gemeinsam, daß die *Gypsina*-Gehäuse entweder kreisrund oder in unterschiedlichem Ausmaße oval geschnitten sind. Kennzeichnend ist jedoch vor allem die zentrale Höhlung, die die Pflanzenreste birgt (vgl. Taf. 2, Fig. 1). Nicht selten zeigen Dünnschliffe von Kalkareniten des Eisenrichtersteins Schnittlagen von *G. linearis*, die offensichtlich parallel der Achse der zentralen Höhlung liegen und somit den Eindruck zweier parallel liegender *Gypsina*-Gehäuse erwecken (Taf. 2, Fig. 2). Für die strukturbietende Erhaltung der pflanzlichen Reste war also offensichtlich die allseitige Umwachsung durch Gehäuse von *G. linearis* ausschlaggebend. Die gerade in den Kalkareniten nicht selten auftretenden, der äußeren Form nach ehemals holzigen Pflanzenreste liegen bei fehlender Umkrustung in nicht strukturbietender, inkohlter, mulmiger Erhaltung vor. Das Erhaltungspotential von Pflanzenresten in kalkigem Milieu scheint somit durch die Umkrustung durch *G. linearis* deutlich erhöht worden zu sein.

So überrascht es nicht, daß im Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins ein 65 mm langer und 3 mm dicker, deutlich gegliederter Gymnospermenrest nebst weiteren, kleineren Bruchstücken gleicher Qualität geborgen werden konnte. Dieser Pflanzenrest war, wie makroskopisch und im Dünnschliff zu erkennen ist, von *G. linearis* umwachsen. Die Erhaltung dieses Pflanzenrests ist derart gut, daß die Zellverbände der Stengelwand und vermutliche Leitgefäße im Stengelinneren überliefert sind. Die vorläufigen Untersuchungen weisen ihn als vermutlich den Cupressaceen zugehörig aus. Trotz des noch nicht erfolgten eingehenden Vergleichs zwischen den in den Dünnschliffen angetroffenen Pflanzenresten und dem o. g. Pflanzenrest läßt sich dennoch schon eine bemerkenswerte Übereinstimmung der Stengeldicke des oben beschriebenen Pflanzenrests und des Querschnitts der zentralen Höhlung der zylindrischen *Gypsina*-Gehäuse erkennen. Im übrigen decken sich die Merkmale mit denen des „fraglichen Organismus" bei HAGN & WELLNHOFER (1967: 237) und den „Würzelchen" bei SELMEIER (1982). Man kann generell davon ausgehen, daß die zylindrische Form der *G. linearis*-Gehäuse durch die Umwachsung von Pflanzenstengeln entstanden sind. Es ist zu erwarten, daß bei gezielter Suche weiteres, durch Umkrustung von *G. linearis* ebenso gut erhaltenes Material vom Eisenrichterstein einen Einblick in die Pflanzenwelt des Eozäns der Nördlichen Kalkalpen erlauben wird. Bisher konnten vom Eisenrichterstein auf diese Weise fragliche Taxodiaceen-Reste bekannt gemacht werden (DARGA 1990: Taf. 5, Fig. 5; 1992: Taf. 3, Fig. 4,5). Der Verdacht, daß die von *Gypsina*-Gehäusen umwachsenen Pflanzenreste des Pfaffinger Findlings Mangrove-Wurzeln sind, konnte nicht bestätigt werden (SELMEIER 1982).

Die bis 28 mm großen, knollig-gedrungenen bis fladenförmigen Gehäuse von *Gypsina linearis* haben eine unruhig buckelige Oberfläche, was bis zur Bildung von wurzelartigen Ausläufern führen kann (Taf. 1, Fig. 1 a). Insgesamt ergibt sich so eine hohe Variabilität der Wuchsform (vgl. Taf. 1, Fig. 1a bis 1d, 2 b-2 p). Auf die Anfertigung von Dünnschliffen von den knollig-gedrungenen bis fladenförmigen Gehäusen von *G. linearis* wurde vorerst verzichtet, da sich bei Anschliff keinerlei Hinweise auf interne Fremdstrukturen wie die axialen Kerne der zylindrischen Gehäuse ergaben. Es handelt sich hierbei um Verwachsungsgemeinschaften mit Rotalgen, wie sie in den Riff- und Riffschuttkalken der autochthonen Vorkommen von *G. linearis* bekannt sind. Das Besondere daran ist jedoch, daß diese Verwachsungen bereits primär locker auf dem Substrat lagen, also nicht von einem Substrat losgelöst werden mußten, und daß die Gehäuse von *G. linearis* innerhalb der Verwachsungsgemeinschaft über die sonst vorherrschenden Rotalgen dominieren.

An dieser Stelle sei angemerkt, daß die Gattung *Gypsina* von MOUSSAVIAN (1989: 77-81) wieder zu *Acervulina* gestellt wird. PERRIN & PLAZIAT (1987) und PERRIN (1987) ordnen die bis dahin als der Rotalgenfamilie Solenoporaceae zugehörig angesehene Gattung *Solenomeris* ebenfalls der Foraminiferenfamilie Acervulinidae zu. Damit würden die Acervulinidae seit der oberen Kreide als Riffstabilisatoren und -binder in Erscheinung treten (HOFLING & MOUSSAVIAN 1990: 227-228; MOUSSAVIAN (im Druck) fide DULLO, MOUSSAVIAN & BRACHERT 1990: 268; MOUSSAVIAN 1992: 139 f.). Im Unter-Eozän baute *Solenomeris* sogar mehrere Kilometer weit aushaltende Riffe auf (PERRIN 1992; PLAZIAT & PERRIN 1992; EICHENSEER & LUTERBACHER 1992: 130).

Tafel 1 *Gypsina linearis* (HANZAWA). - Unterpriabon, Eisenrichterstein bei Hallthurm.

Fig. 1a-1d Extreme Wuchsformen von *Gypsina linearis*. - 1a mit wurzelartigen Ausläufern. 1b-1d spindelförmig-zylindrische Exemplare. Maßstab 1 cm. a: Prot 6139; b: Prot 6140; c: Prot 6141; d: Prot 6142.

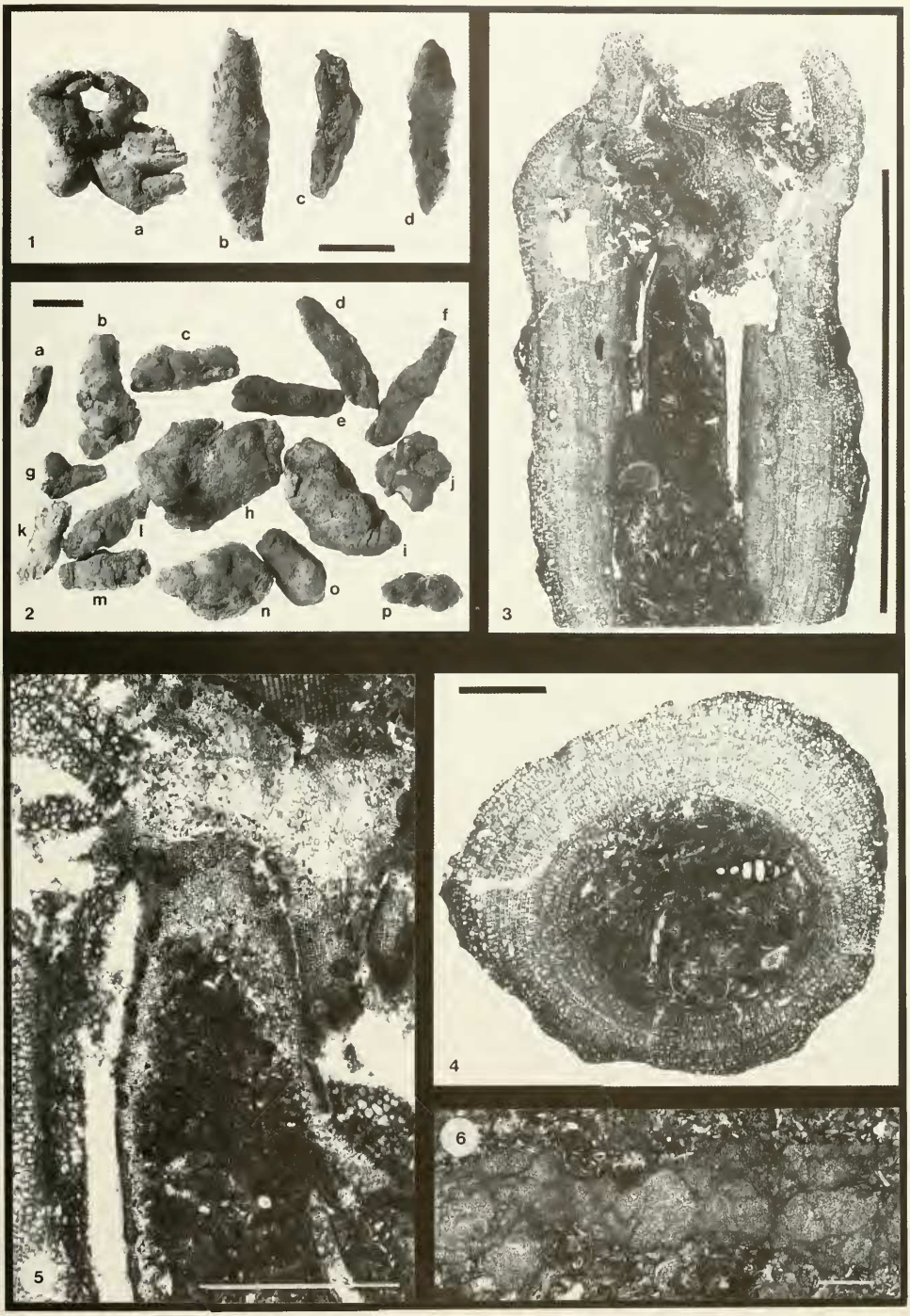
Fig. 2b-2p Überblick über die Variabilität der Wuchsformen von *Gypsina linearis*. - Fig 2 a ist ein Bruchstück eines Seeigelstachels, der *G. linearis* täuschend ähnlich ist. Die Gehäuse Fig. 2c-2f und 2m wurden zu Dünnschliffen verarbeitet. Maßstab 1 cm. b: Prot 6157; c: Prot 6143; d: Prot 6144; e: Prot 6145; f: Prot 6146; g: Prot 6147; h: Prot 6148; i: Prot 6149; j: Prot 6150; k: Prot 6151; l: Prot 6152; m: Prot 6153; n: Prot 6154; o: Prot 6155; p: Prot 6156.

Fig. 3 Orientierter Längsschliff durch das in Fig. 2m abgebildete, zylindrische Gehäuse von *Gypsina linearis* (Prot 6153). Im oberen Teil der Hohlraumfüllung befindet sich ein strukturbietender Pflanzenrest (vgl. Fig. 5). Maßstab 1 cm.

Fig. 4 Orientierter Querschliff des in Fig. 2m abgebildeten, zylindrischen Gehäuses von *Gypsma linearis* (Prot 6153). Dieser Teil der Röhre ist mit Sediment verfüllt. Maßstab 1 mm.

Fig. 5 Ausschnitt aus Fig. 3, oberer Teil (Prot 6153). Zwischen der Sedimentfüllung der Röhre und dem *Gypsina*-Gehäuse hat sich ein strukturbietender Pflanzenrest erhalten. Maßstab 1 mm.

Fig. 6 Schnitt durch ein Gehäuse von *Gypsina linearis* im Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins bei Hallthurm. Das unruhig-wolkige Schnittbild rührt von unsteten Wachstumsbedingungen (vermutlich häufige Umlagerung) her; G 5229. Maßstab 1 mm.



DARGA, R.: *Gypsina linearis* (HANZAWA)

Tafel 1

2.3 FAZIESABHÄNGIGKEIT DER WUCHSFORMEN

Am häufigsten tritt *Gypsina linearis* am Eisenrichterstein bei Hallthurm und im Helvetikum von Neubeuern am Inn und Rohrdorf in Verwachsungsgemeinschaften auf. Hierbei waren die Umweltbedingungen für Rotalgen und Foraminiferen offenbar gleichermaßen günstig, was durch eine lebhafte Wechselfolge der Krusten angezeigt wird, wobei jedoch die Algenkrusten stets dominieren. Auch die primäre Besiedlung der Substratflächen scheint fast immer durch Rotalgen erfolgt zu sein. Bestes Beispiel hierfür sind die meist aus der Umkrustung von Lithoklasten hervorgegangenen Rhodolithe vom Kirchberg bei Neubeuern am Inn und die umkrusteten Korallenreste der Riff- und Riffschuttkalke des Eisenrichtersteins bei Hallthurm. Die Wuchsform von *G. linearis* ist in diesen Vorkommen substratbedingt flächig-fladenförmig. Die *Gypsina*-Krusten bestehen dabei immer nur aus einigen wenigen Kammerlagen, bevor sie von konkurrierenden Organismen ihrerseits überwachsen werden.

Die aus dem Lagunensandstein und dem Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins bekannten Schnittlagen von *G. linearis* zeigen bis auf wenige Reste von meist schon eingewachsenen bzw. umwachsenen Epöken (meist Wurmgehäuse) keine Verwachsungsgemeinschaften. Die Dicke der Krusten erreicht im allgemeinen 1 mm. Die kräftigsten, bis zu 3 mm dicken Krusten, bildete *G. linearis* jedoch bei den zylindrischen Gehäusen aus der Mergelfuge (vgl. Abb. 2).

Dies ist vermutlich eine direkte Folge besonders günstiger, vor allem ungestörter Lebensbedingungen für *Gypsina linearis*. So erreichten alle fünf im Dünnschliff untersuchten zylindrischen Gehäuse das senile, durch deutlich größeres Kammer-

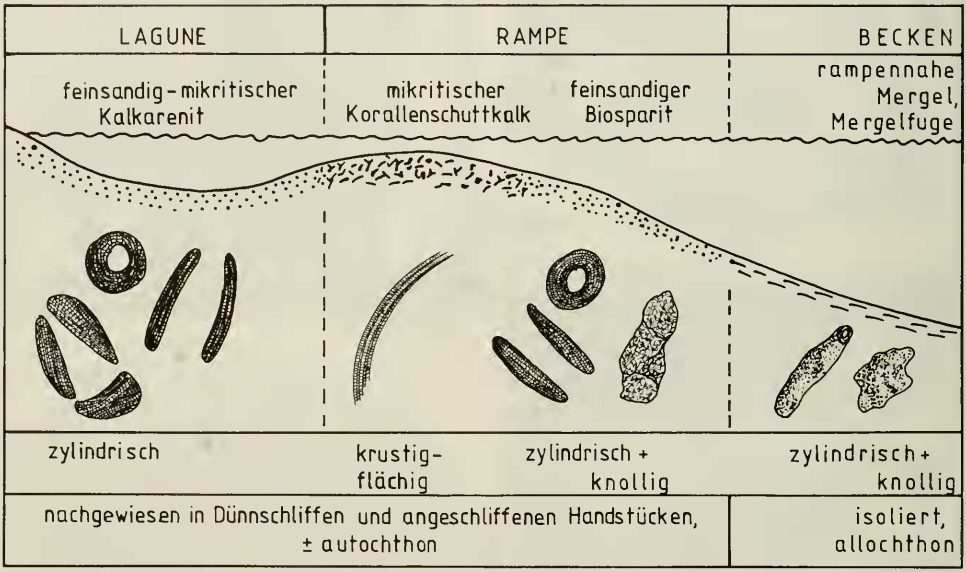


Abb. 3: Stark vereinfachtes Ablagerungsschema der Karbonatrampe des Eisenrichtersteins bei Hallthurm (nach DARGA 1990, 1992) mit in den verschiedenen Faziesbereichen auftretenden Schnittbildern bzw. Wuchsformen von *Gypsina linearis* (HANZAWA). Es sind nur die hier wichtigen Fazies berücksichtigt. Ohne Maßstab.

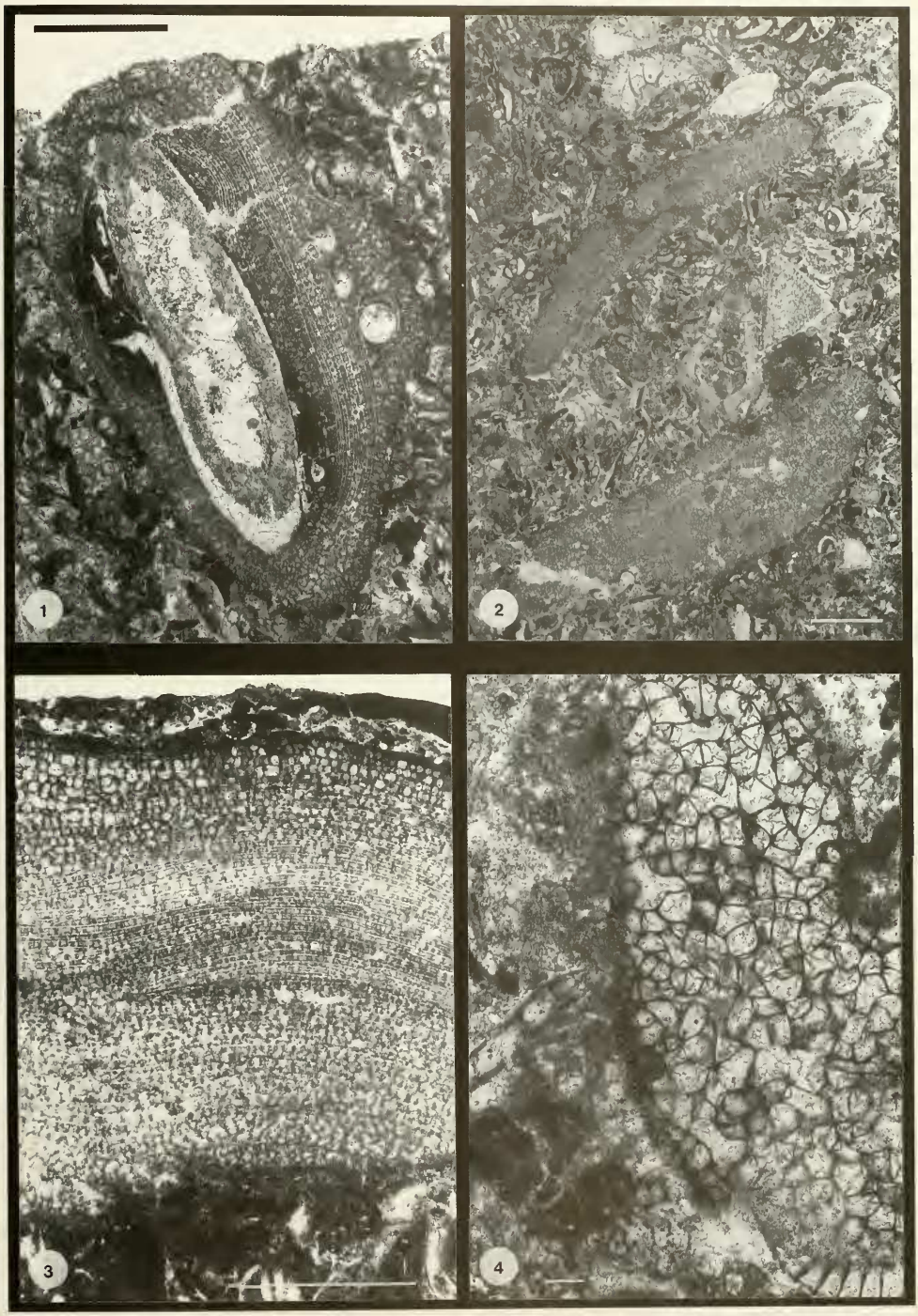
Tafel 2 *Gypsina linearis* (HANZAWA). - Unterpriabon, Eisenrichterstein bei Hallthurm

Fig. 1 Schrägschnitt durch ein zylindrisches Gehäuse von *Gypsina linearis* im Foraminiferensandstein, das einen vermutlich stengeligen Pflanzenrest umkrustet. Das Gehäuse zeigt rechts oben eine Generationsfolge der Kammerlagen. Rechts außen ist die Umwachsung eines kalkschaligen Organismus zu beobachten. Links oben und rechts unten, direkt dem Pflanzengewebe aufsitzend, sind miliolide Foraminiferengehäuse mit extrem dicker Gehäusewand zu erkennen; G 5230. Maßstab 1 mm.

Fig. 2 Zwei leicht gebogene Schnitte durch ein Gehäuse von *Gypsina linearis*. Die Lage und Form der Schnitte läßt darauf schließen, daß der Schnitt durch ein einziges, zylindrisches Gehäuse mit sedimentverfülltem axialem Zentralraum verläuft. Zwischen den *Gypsina*-Schnitten rechts ein Gehäuse von *Chapmanina gassinensis* (SILVESTRI), in der Mitte ein Crustaceen-Rest; G 5232. Maßstab 1 mm.

Fig. 3 Schnitt durch die Wand des auf Taf. 1, Fig. 2 c abgebideten, zylindrischen Gehäuses von *Gypsina linearis*. - (Prot 6143). Unten: Sedimentfüllung der zentralen Höhlung. Darüber Abfolge der Altersstadien: unten jung, oben alt. Die äußerste Gehäuseschicht zeichnet sich durch Größenzunahme der Kammerlumina aus. Ganz oben anhaftendes Sediment auf der Gehäuseaußenseite. Maßstab 1 mm.

Fig. 4 Die rechte Bildhälfte zeigt einen Tangentialschnitt durch ein Gehäuse von *Gypsina linearis* aus dem Foraminiferensandstein mit den von imperforierten Septen gebildeten, im Grundriß unregelmäßig vieleckigen Kammern. Der in der linken Bildhälfte von oben nach unten laufende dunkle Streifen stellt die tangential geschnittene Kammerdachlage dar. Die Perforation der Kammerdächer ist gut zu erkennen; G 5231. Maßstab 0,1 mm.



DARGA, R.: *Gypsina linearis* (HANZAWA)

Tafel 2

lumen gekennzeichnete Altersstadium (vgl. HAGN & WELLNHOFER 1967: 223; Taf. 7, Fig 1), wie es auf Taf. 1, Fig. 3, 4 und Taf. 2, Fig. 3 zu erkennen ist. Alle diese großen, zylindrischen Gehäuse zeigen die zentrale Höhlung, die auf Umwachsung von stengeligen, offensichtlich frei in den Wasserraum hineinragenden Organismen zurückgeht. Ein Erklärungsversuch dieser Wuchsform drängt sich geradezu auf.

Offensichtlich konnte *G. linearis* frei ins Wasser ragende, dünnstengelige Substrate besser besiedeln als Rotalgen, die alle sonstigen Objekte umkrusteten. Die Morphologie des Substrats alleine dürfte nicht ausschlaggebend gewesen sein, obwohl sie die mögliche Überwucherung durch Substratkonkurrenten auf die Nachbarschaft der beiden Enden der zylindrischen *Gypsina*-Gehäuse beschränkte. Hier lag der Körper der stengeligen Substratorganismen frei und hätte durch Substratkonkurrenten von *G. linearis* als Ausgangsposition zu deren Überwucherung dienen können. Da die zylindrischen Gehäuse von *G. linearis* eine derartige Verwachsungsgemeinschaft nicht zeigen, ist wohl noch eine zusätzliche, besondere Eigenschaft von *G. linearis* zu postulieren. Diese Eigenschaft hat es der Foraminifere ermöglicht, auf Objekten zu siedeln, die bei normalen Bedingungen für dominante Raum- und Substratkonkurrenten ungeeignet waren. Hierzu geben die oft zu beobachtenden, mit hellem Blockkalzit verfüllten Zwischenräume zwischen Gehäuseinnenwand und Pflanzenrest (Taf. 1, Fig. 3; Taf 2, Fig. 1) einen Hinweis: Während der äußere Bereich des Pflanzenrests noch vollkommen intakt ist, erscheint die Innenwand des *Gypsina*-Gehäuses im Kontakt zu der Kalzitfüllung oft angelöst, korrodiert und z. T. auch mikritisiert. Dieses könnte der indirekte Hinweis dafür sein, daß *G. linearis* auf Pflanzenteilen siedeln konnte, die mit einer evtl. aus Zersetzungsvorgängen resultierenden Schleimschicht (o. ä.) überzogen waren, die für Substratkonkurrenten abweisend war. Die Veränderung der Gehäuseinnenwand könnte somit durch am Pflanzenkörper fortschreitende Zersetzungsvorgänge einhergehende Änderungen des pH-Werts im Mikromilieu der zentralen Höhlung der *Gypsina*-Gehäuse verursacht sein. Das Substrat der meisten zylindrischen *Gypsina*-Gehäuse sind Landpflanzenreste, es war also zur Zeit der Besiedlung durch *G. linearis* schon totes Material. Daher scheidet die Möglichkeit einer Symbiose zwischen Foraminifere und Pflanze aus.

Für Rotalgen ungeeignetes Substrat besiedeln zu können stellte für *Gypsina linearis* einen deutlichen Vorteil dar. Große *Gypsina*-Gehäuse, die keine Pflanzenreste umkrusten, aber dennoch das adulte oder gar senile Altersstadium erreichen, findet man daher auch im Foraminiferensandstein des Eisenrichtersteins. Der Wettbewerbsvorteil gegenüber den anderen benthonischen Foraminferen im Foraminiferensandstein zeigt sich nicht zuletzt in der großen Zahl der *Gypsina*-Gehäuse, die hier angetroffen werden. Wegen des mobilen und vor allem feinkörnigen Substrats fehlen im Foraminiferensandstein größere, autochthone und ehemals lebensfähige Rotalgenreste weitgehend. Die Pflanzenreste, die in diesem Faziesbereich stellenweise nicht selten sind, stellten für Rotalgen keine Siedlungsgrundlage dar, obwohl *G. linearis* durch die Umkrustung der Pflanzenreste belegt, daß diese längere Zeit offenlagen. Ebenso schafften es frei auf dem Sandboden liegende *Gypsina*-Gehäuse relativ groß zu werden, wobei sie jedoch sicherlich mit häufiger Ortsveränderung durch Strömungen und Überschüttung mit Sand zu kämpfen hatten. Dieser Umstand zeichnet sich im Gehäuse durch stete Änderung der Wachstumsrichtung und -intensität ab. Solche Gehäuse fallen durch ein wolkiges, unruhiges Schnittbild auf (Taf. 1, Fig. 6). Vergleichbare Strukturen zeigt andeutungsweise auch der Schnitt durch eines der zylindrischen Gehäuse, was auf ein kurzes Weiterwachsen des Gehäuses nach seiner Umlagerung hinweist. In dieser Hinsicht sind die knollig-fladenförmigen und die wurzelförmigen Gehäuse von *G. linearis* als Bindeglieder zwischen *Gypsina*-Krusten und *Gypsina*-Zylindern zu betrachten. Damit ist anhand von *G. linearis* auch am Eisenrichterstein nachzuweisen, daß sich die Acervuliniden am besten dann entfalten konnten, wenn der Wettbewerb mit Substratkonkurrenten, aus welchen Gründen auch immer, abnahm (vgl. PERRIN 1992).

Der Fund der isolierten Gehäuse von *Gypsina linearis* aus der Mergelfuge des Eisenrichtersteins ist ein Glücksfall. Nur durch den Umstand, daß sie durch einen Sturm von ihrem Lebensbereich in das tiefere, beckennahe Wasser mit etwas tonigeren Ablagerungen eingespült worden sind, können sie heute als isolierte Gehäuse geborgen werden. Ihr ursprünglicher Bildungsort lag in den gut durchlichteten und durchströmten Karbonatsandbereichen der Karbonatrampe des späteren Eisenrichtersteins. Dies belegt die Sedimentfüllung der zentralen Höhlung der *Gypsina*-Gehäuse, die sich vom Gestein der Mergelfuge deutlich unterscheidet. In den Karbonatsanden autochthon eingebettete *Gypsina*-Gehäuse sind mit dem Sediment karbonatisch verbacken. Die Bildung zylinderförmiger Gehäuse durch *G. linearis* ist nicht auf die Eisenrichterstein-Karbonatrampe beschränkt, wie die Beobachtungen von vergleichbaren Wuchsformen aus Dünnschliffen vom Miesberg/Tirol und dem Findlingsblock von Pfaffing zeigen. Das priabone Flachmeer in den entstehenden Kalkalpen bot *G. linearis* offensichtlich mehrmals die Möglichkeit, diese bemerkenswerte Wuchsform auszubilden.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

DARGA, R. (1990): The Eisenrichterstein near Hallthurm, Bavaria: An Upper Eocene Carbonate Ramp (Northern Calcareous Alps). - Facies, 23: 17-36, 3 Abb., 2 Tab., Taf. 3-6; Erlangen.

DARGA, R. (1992): Geologie, Paläontologie und Palökologie der südostbayerischen unter-priabonen (Ober-Eozän) Riffkalkvorkommen des Eisenrichtersteins bei Hallthurm (Nördliche Kalkalpen) und des Kirchbergs bei Neubeuern (Helvetikum). - Münchner Geowiss. Abh., (A), 23: 1-166, 6 Abb., 22 Taf.; München.

DULLO, W.-CHR., MOUSSAVIAN, E. & BRACHERT, T. C. (1990): The Foralgal Crust Facies of the Deeper Fore Reefs in the Red Sea: A Deep Diving Survey by Submersible. - Geobios, 23 (3): 261-281, 3 Abb., 4 Taf.; Lyon.

EICHENSEER, H. & LUTERBACHER, H. (1992): The Marine Paleogene of the Tremp Region (NE Spain) - Depositional Sequences, Facies History, Biostratigraphy and Controlling Factors. - Facies, 27: 119-151, 23 Abb., 2 Tab., Taf. 28-30; Erlangen.

HAGN, H. (1968): *Haddonia heissigi* n. sp., ein bemerkenswerter Sandschaler (Foram.) aus dem Obereozän der Bayerischen Kalkalpen. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 8: 3-50, 8 Abb., Taf. 1-3; München.

HAGN, H. (1973): Helvetikum-Zone. Das Helvetikum von Neubeuern am Inn (mit Beiträgen von E. MARTINI und W. OHMERT). - In: WOLFF, H., Erläuterungen zum Blatt Nr. 8238 Neubeuern, Geol. Kt. v. Bayern 1:25 000 (mit Beiträgen zahlreicher Autoren), 151-208, 348-352, Taf. 11-20, Abb. 18-19; München (Bayer. Geol. L.-A.).

HAGN, H. (1989): Über einige bedeutsame Kreide- und Alttertiärgerölle aus der Faltenmolasse des Allgäus. - Geologica Bavarica, 94: 5-47, 1 Abb., 10 Taf.; München.

HAGN, H. & MOUSSAVIAN, E. (1980): Die Gosau- und Alttertiärgerölle des Westerbuchbergs (Unt. Eger, Subalpine Molasse, Chiemgau). - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 20: 137-157, 2 Abb., Taf. 11-12; München.

HAGN, H. & WELLNHOFER, P. (1967): Ein erratisches Vorkommen von kalkalpinem Obereozän in Pfaffing bei Wasserburg. Mit einem Beitrag von A. SELMEIER. - Geologica Bavarica, 57: 205-288, 5 Abb., Taf. 1-12; München.

HANZAWA, S. (1945): Note on an Eocene Foraminiferal Limestone from New Britain. - Jap. J. Geol. Geogr., 20: 59-61, Taf. 14-15; Tokyo.

HANZAWA, S. (1957): Cenozoic Foraminifera of Micronesia. - Geol. Soc. Amer., Mem., 66: 10 S. + S. 1-163, 12 Abb., 7 Tab., Taf. 1-41; New York.

HANZAWA, S. (1959): Occurrence of the Foraminiferal Species, *Acervulina linearis* HANZAWA from St. Batholomew I., French West Indies. - J. Paleont., 33: 843-845, Taf. 117; Tulsa.

HOFLING, R. & MOUSSAVIAN, E. (1990): Paleocene Acervulinid Foraminifera - Their Role as Encrusting, Rhodolith-Forming and Reef-Building Organisms. - Sediments 1990. 13th Int. Sediment. Congr. Nottingham, England, 26.-31.8.1990, 227-228; Nottingham.

LINDENBERG, H. G. & MARTINI, E. (1981): Exkursion C4: Miesberg. - In: HAGN, H. et al. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. Exkursionsführer zum 17. Europäischen Mikropaläontologischen Kolloquium in Oberbayern September 1981. - Geologica Bavarica, 82: 143-145; München.

MOUSSAVIAN, E. (1989): Über die systematische Stellung und die Bestimmungskriterien der Solenoporaceen (Rhodophyceae). - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 109: 51-91, 6 Taf.; Frankfurt a. M.

MOUSSAVIAN, E. (im Druck): Überblick über die Taxonomie, Facies und Paläobiogeographie der kalkabscheidenden Rotalgen der Kreide und des Palaeogen der Ostalpen. - Münchner Geowiss. Abh., A; München.

MOUSSAVIAN, E. (1992): On Cretaceous Bioconstructions: Composition and Evolutionary Trends of Crust-Building Associations. - Facies, 26: 117-144, 1 Abb., Taf. 23-30; Erlangen.

PERRIN, C. (1987): *Solenomeris*, un foraminifère Acervulinidae constructeur de récifs. - Rev. Micropaléontol., 30 (3): 197-206, 2 Abb., 3 Taf.; Paris.

PERRIN, C. (1992): Signification écologique des foraminifères acervulinidés et leur rôle dans la formation de faciès récifaux et organogènes depuis le Paléocène. - Geobios, 25 (6): 725-751, 15 Abb., 5 Taf.; Lyon.

PERRIN, C. & PLAZIAT, J. C. (1987): *Solenomeris*: Un foraminifère constructeur de récifs. - 8th Int. Assoc. Sediment. Regional Meeting Sediment., Abstracts, 404-405, 3 Abb.; Tunis.

PLAZIAT, J.-C. & PERRIN, C. (1992): Multikilometer-sized reefs built by foraminifera (*Solenomeris*) from the early Eocene of the Pyrenean domain (S. France, N. Spain): Palaeoecologic relations with coral reefs. - Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 96: 195-231, 31 Abb.; Amsterdam.

SELMEIER, A. (1982): Eine Besiedelung von „Würzelchen" durch die Foraminifere *Gypsina linearis* (HANZAWA) im kalkalpinen Priabon. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 56: 43-48, Taf. 1; Frankfurt a. M.